ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ КРАСНЫХ КАРЛИКОВ С РЕНТГЕНОВСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ В ОБЛАСТИ «ПЕРВОГО СВЕТА» ТЕЛЕСКОПА eROSITA

Шляпников А.А.

Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Россия

IDENTIFICATION OF RED DWARFS WITH X-RAY SOURCES IN THE "FIRST LIGHT" FIELD OF THE eROSITA TELESCOPE

Shlyapnikov A.A.

Crimean Astrophysical Observatory Russian Academy of Sciences, Nauchny, Russia

An experiment on the possible identification of red dwarfs in the "first light" region of the eROSITA telescope is presented. As a result of processing, 2485 objects of the X-ray range were selected. Of these, 67 stars - red dwarfs meet the criteria for temperature, radius and luminosity. X-rays radiation has been previously detected in only three objects. Links to the list of identified objects and search maps are provided.

DOI: 10.31725/0552-5829-2021-321-324

Введение

Обнаружение рентгеновского потока от звёзд карликов нижней части Главной последовательности является признаком существования у этих объектов коронального излучения. Пребывая в спокойном состоянии и во время вспышек, температуры в коронах достигают миллионы градусов. Учитывая открытие значительного числа экзопланет вблизи красных карликов, изучение их рентгеновского излучения представляет особый интерес в связи с возможностью существования жизни на внесолнечных планетах.

Детектирование рентгеновского излучения у рассматриваемых объектов ранее было затруднено невысокой чувствительностью регистрирующего оборудования орбитальных обсерваторий, а их идентификация – значительными ошибками в определении координат. После запуска обсерватории Спектр-Рентген-Гамма (СРГ) [1] появилась возможность более глубокого обзора рентгеновских источников на значительных участках неба и, соответственно, идентификации среди этих объектов красных карликов.

В данной работе описан эксперимент по возможной идентификации красных карликов в области первого света телескопа eROSITA (extended ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array) [2]. В результате обработки полученного изображения «первого света», представленного широкому кругу астрономической общественности, было выделено 2485 объектов рентгеновского диапазона. Из них 67 звёзд удовлетворяют критериям по температуре, радиусу и светимости, т.е. расположены в нижней части

Главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Только у трёх объектов ранее было обнаружено рентгеновское излучение.

Исходные данные

Выполнение данной работы стало тестом на возможность независимой обработки широкоугольных рентгеновских изображений неба, получаемых при реализации проекта eROSITA. Обсерватория СРГ была запущена в июле 2019 года, а уже в декабре «первый свет» наблюдений на телескопе eROSITA в составе бортового оборудования СРГ предоставлен широкой общественности [3]. На рисунке 1 показано рабочее изображение, полученное путём комбинирования из трех рентгеновских диапазонов «цветного» изображение области взаимодействующих скоплений галактик ACO 3391 и ACO 3395.

Рис. 1. Рабочее изображение области «первого света» eROSITA.

Астрометрическая калибровка изображения и извлечение объектов

Для астрометрической калибровки рабочего изображения из базы данных SIMBAD [4] была выполнена выборка рентгеновских источников, попадающих в изучаемую область (квадратные маркеры на рис. 2). Учитывая, что среди найденных объектов многие имели «неточечную» морфологию, являясь галактиками, для повышения точности астрометрической калибровки отбирались лишь те, которые имели фотометрический профиль изображения наиболее близкий к звёздному, либо являлись звёздами.

После выполнения астрометрической редукции изображение было обработано с помощью программы Sextractor [5]. 2485 объектов рентгеновского диапазона было выделено (маркеры – окружности на рис. 3). Обратим внимание на «зоны избегания» обусловленные значительным фоном от скопления галактик ACO 3391 и ACO 3395, в которых для выделения

объектов необходима специальная обработка, что не планировалось при проведении данной работы.

Рис. 2.

Рис. 3.

Отождествление объектов

Учитывая, что размер пикселя в рабочем изображении составляет $\sim 15''$, поиск кандидатов на отождествление выделенных рентгеновских источников с оптическими объектами производился в области менее $40''$ для избегания краевых эффектов обработки. После перекрёстной идентификации выделенных рентгеновских источников с каталогом GAIA DR2 список совпадений составил 2868 объектов. Очевидно, что при размере поиска объектов GAIA DR2 в областях радиусом $< 20''$, имеют место неединичные совпадения. В данном случае в области рентгеновского излучения попало до 6 объектов GAIA DR2. С целью получения однозначного соответствия между рентгеновскими источниками и красными карликами, области с неединичными совпадениями были исключены из дальнейшего рассмотрения. После их исключения в списке осталось 899 объектов, 67 из которых удовлетворяют критериям по температуре, радиусу и светимости, т.е. расположены в нижней части Главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.

Поиск объектов из списка по базе данных SIMBAD в радиусе $20''$ дал три совпадения. В 5 угловых секундах от объекта с координатами R.A. = $94^{\circ}.66799$ и Decl. = $-52^{\circ}.76853$ находится галактика LEDA 438949. Однако звезда, представленная в списке на идентификацию, имеет параллакс 2.5014 mas , и собственные движения по прямому восхождению и склонению соответственно: -16.362 mas/yr и 5.604 mas/yr , т.е. не может быть галактикой, хотя по фотометрическим параметрам объекты могут быть близки.

Рис. 4.

Обнаруженный в процессе обработки наблюдений обсерватории eROSITA объект с координатами R.A. = 96°.40647 и Decl. = -53°.20178 находится в 12" от положения рентгеновского источника 1RXS J062538.9-531207 (рис. 4.). Звезда – кандидат на отождествление с рентгеновским источником eROSITA отмечена цифрой 1. Малая окружность соответствует ошибке в определении координат 1RXS J062538.9-531207 (10"). Большая окружность – утроенный радиус. Окружностью отмечено положение источника eROSITA. Как видно по рисунку положения 1RXS и eROSITA перекрываются, а звезда из списка (отмечена цифрой 1) попадает в область eROSITA и при утроенном радиусе ошибок в область 1RXS. Возможно, источником рентгеновского излучения является неизвестный диффузный объект (галактика ?) над звездой.

Третий объект из базы данных SIMBAD – звезда CD-55 1454, находящаяся на самом краю поля области eROSITA с координатами R.A. = 96°.50304 и Decl. = -55°.10263. Рассмотрение её в качестве кандидата на отождествление с источником eROSITA требует дополнительных исследований.

Список отождествлённых объектов и поисковые карты размещены по адресу: http://craocrimea.ru/~aas/CATALOGUES/CSAST/CSAST_X-ray.html

Автор признателен всем, кто обеспечивает работу Центра астрономических данных в Страсбурге и выражает благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за частичную поддержку проведённых исследований за счёт грантов № 19-02-00191 и № 19-29-11027 и выражает искреннюю благодарность М.М. Кацовой за обсуждение данной работы и высказанные полезные замечания.

Литература

1. *Sunyaev R., Arefiev V., Babyshkin V. et al.* The SRG X-ray orbital observatory, its telescopes and first scientific results // 2021, arXiv e-prints, arXiv:2104.13267.
2. *Predehl P., Andritschke R., Arefiev V. et al.* The eROSITA X-ray telescope on SRG // *Astron. Astrophys.*, 2021, 647A...1P.
3. *Reiprich T., Ramos-Ceja M., Pacaud F. et al.* X-ray scout sees first light // <https://www.mpg.de/14056201/first-light-erosita>
4. *Wenger M., Ochsenbein F., Egret D. et al.* // *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 2000, 143, 9.
5. *Bertin E., Arnouts S.* SExtractor: Source Extractor // *Astrophysics Source Code Library*, record ascl:1010.064. <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2010ascl.soft10064B/abstract>